

## PLASMA ETCHING APPARATUS

**Patent number:** JP2002252209  
**Publication date:** 2002-09-06  
**Inventor:** NAGAYAMA MASAYUKI; MIHASHI YASUSHI;  
NAKAYAMA HIROYUKI  
**Applicant:** TOKYO ELECTRON LTD  
**Classification:**  
- international: H01L21/3065; C23C4/04  
- european: H01J37/32D  
**Application number:** JP20010047278 20010222  
**Priority number(s):** JP20010047278 20010222

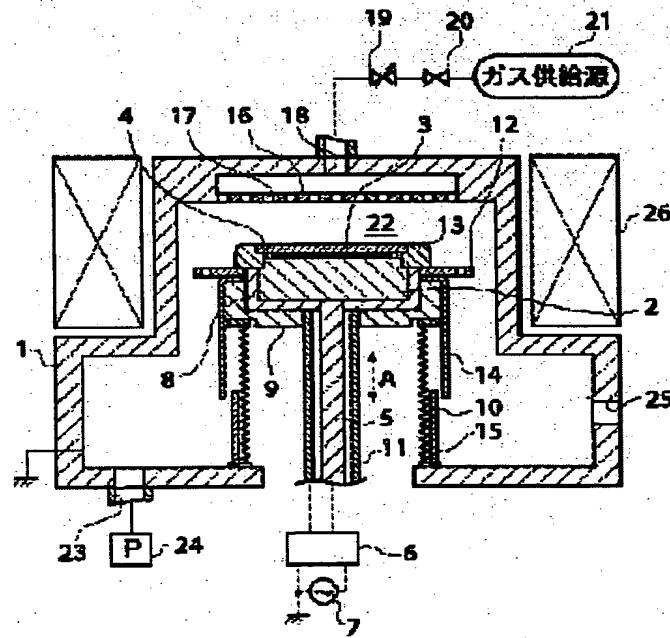
Also published as:

 WO02067311 (A1)

[Report a data error here](#)

### Abstract of JP2002252209

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a plasma etching apparatus equipped with plasma proof members that can further improve the durability. **SOLUTION:** Plasma proof members such as a baffle plate 12, an insulating ring 13 and first and second bellows covers 14 and 15 are formed using yttrium fluoride (YF<sub>3</sub>).



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-252209  
(P2002-252209A)

(43) 公開日 平成14年9月6日 (2002.9.6)

(51) Int.Cl.  
H 01 L 21/3065  
C 23 C 4/04

識別記号

F I  
C 23 C 4/04  
H 01 L 21/302

データコード\* (参考)  
4 K 0 3 1  
B 5 F 0 0 4

審査請求 未請求 請求項の数 3 O.L. (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2001-47278 (P2001-47278)

(22) 出願日 平成13年2月22日 (2001.2.22)

(71) 出願人 000219967  
東京エレクトロン株式会社  
東京都港区赤坂5丁目3番6号

(72) 発明者 長山 将之  
山梨県韮崎市藤井町北下条2381番地の1  
東京エレクトロン山梨株式会社内

(72) 発明者 三橋 康至  
山梨県韮崎市藤井町北下条2381番地の1  
東京エレクトロン山梨株式会社内

(74) 代理人 100081880  
弁理士 渡部 敏彦

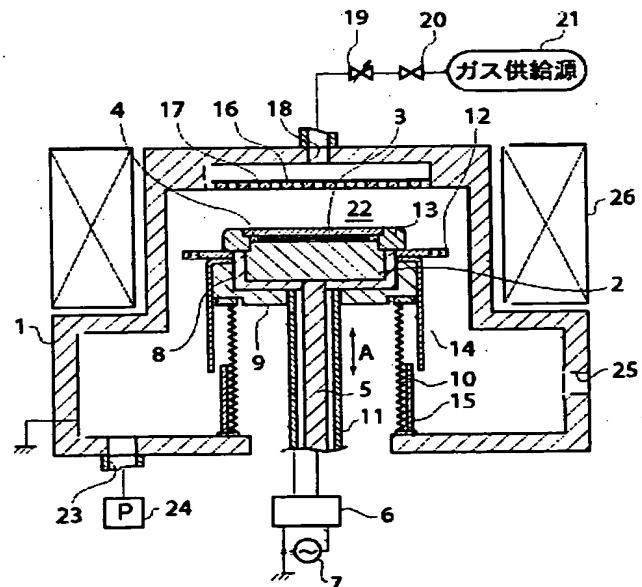
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマエッティング装置

(57) 【要約】

【課題】 より一層の耐久性を向上させることのできる耐プラズマ性部材を具備したプラズマエッティング装置を得ることができるようにした。

【解決手段】 バッフル板12、絶縁リング13、第1及び第2のペローズカバー14、15等の耐プラズマ性部材をフッ化イットリウム (YF<sub>3</sub>) で形成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 被処理物にドライエッティング処理を施して該被処理物の表面を微細加工するプラズマエッティング装置において、処理室内に配設されている耐プラズマ性部材は、少なくとも表面がフッ化イットリウムで形成されていることを特徴とするプラズマエッティング装置。

【請求項2】 前記耐プラズマ性部材は、素材表面にフッ化イットリウムが溶射されて形成されていることを特徴とする請求項1記載のプラズマエッティング装置。

【請求項3】 前記耐プラズマ性部材は、フッ化イットリウムの焼結体で形成されていることを特徴とする請求項1記載のプラズマエッティング装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はプラズマエッティング装置に関し、より詳しくは半導体ウエハ等の被処理物にドライエッティング処理を施して該被処理物に微細加工を行うプラズマエッティング装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来より、半導体製造工程ではプラズマエッティング装置を使用することにより、半導体ウエハ等の被処理物に微細加工を施すことが行われている。

【0003】 すなわち、この種のプラズマエッティング装置では、気密な処理室内に上部電極と下部電極とを対向状に配設すると共に、上部電極及び下部電極の周辺に耐プラズマ性部材を配設し、被処理物が載置された下部電極及び上部電極に高周波電力を印加して下部電極と上部電極との間にグロー放電を生じさせると共に処理室内に処理ガスを供給し、これにより前記処理ガスを上部電極及び下部電極間に閉じ込めて高密度プラズマを生成し、該高密度プラズマにより被処理物にエッティング加工を施している。また、処理ガスとしては、従来より、CF(フロロカーボン)系ガスが広く使用されている。

【0004】 前記耐プラズマ性部材に使用される材料としては、従来は、表面に酸化処理が施されたAl(アルミアルマイト)やAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(アルミナ)製の焼結セラミックスが使用されていたが、斯かるAl成分を含有した材料は、上記CF系ガスと反応してAlF<sub>3</sub>(フッ化アルミニウム)を生成し、斯かるAlF<sub>3</sub>が固体微粒子となって処理室内を飛散するため、該固体微粒子が前記被処理物の表面に固着して所謂Al汚染を招来するという欠点があった。

【0005】 そこで、最近では、耐プラズマ性に優れた酸化イットリウム(Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)をAl等の素材表面に溶射したY<sub>2</sub>O<sub>3</sub>溶射材が採用されつつある。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記プラズマエッティング装置では、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>溶射材を耐プラズマ性部材として使用した場合であっても、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>がCF系

ガスと反応するため、その表面がフッ化してフッ化イットリウム(YF<sub>3</sub>)を生成し、このYF<sub>3</sub>が固体微粒子となってプラズマ雰囲気中を飛散する。すなわち、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>溶射材を耐プラズマ性部材として使用した場合は被処理物へのAl汚染は回避することができるものの、CF系ガスとの反応生成物であるYF<sub>3</sub>が固体微粒子となってプラズマ雰囲気中を飛散し、その結果、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>溶射材である耐プラズマ性部材の表面が削り取られることとなって該耐プラズマ性部材が容易に消耗してしまうという問題点があった。

【0007】 本発明はこのような問題点に鑑みなされたものであって、より一層の耐久性を向上させることのできる耐プラズマ性部材を具備したプラズマエッティング装置を提供することを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 耐プラズマ性部材の耐久性向上を図るためには、当該耐プラズマ性部材から飛散し得る固体微粒子の発生を抑制する必要があり、そのためには処理ガスであるCF系ガスとの間で化学反応が生じ難く、CF系ガスに対し化学的に安定した材料種を選定する必要がある。

【0009】 そして、このような観点からは、例えばAlF<sub>3</sub>自体を耐プラズマ性部材の部品材料として選定することが考えられる。すなわち、AlF<sub>3</sub>は、上述したようにCF系ガスとアルミアルマイトやAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>焼結体との反応生成物であることから、アルミアルマイトやAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>焼結体に比べて化学的に安定した物質と考えられ、したがって、AlF<sub>3</sub>自体を直接耐プラズマ性部材として使用することにより固体微粒子を効果的に低減することができると考えられる。

【0010】 しかしながら、本発明者らの実験結果により、AlF<sub>3</sub>は蒸気圧が高く、プラズマエッティング装置の運転条件によってはAlF<sub>3</sub>の蒸気圧が処理室の圧力に近付き、その結果AlF<sub>3</sub>が固体微粒子として脱落し、プラズマ雰囲気中を飛散し易くなるということが判明した。

【0011】 そこで、本発明者らは、AlF<sub>3</sub>よりも蒸気圧が低く、しかもCF系ガスに対し化学的に安定した材料を得るべく鋭意研究したところ、YF<sub>3</sub>が斯かる条件に適合し、該YF<sub>3</sub>を耐プラズマ性部材の部品材料として使用することにより、表層面でのフッ化反応を抑制すると共に、プラズマ雰囲気中でのフッ化物の飛散を低減することができ、これにより耐プラズマ性部材の耐久性向上を図ることができるという知見を得た。

【0012】 本発明はこのような知見に基づきなされたものであって、本発明に係るプラズマエッティング装置は、処理室内に配設されている耐プラズマ性部材は、少なくとも表面がフッ化イットリウムで形成されていることを特徴としている。

【0013】 上記構成によれば、耐プラズマ性部材をフ

化イットリウム ( $YF_3$ ) で形成しているので、固体微粒子の発生が抑制され、処理室内の耐プラズマ性部材の消耗度合を低減することができ、耐久性の向上を図ることができる。

【0014】また、本発明は、素材表面にフッ化イットリウムを溶射して耐プラズマ性部材を形成してもよく、また前記耐プラズマ性部材をフッ化イットリウムの焼結体で形成するのも好ましい。

【0015】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態を詳説する。

【0016】図1は本発明に係るプラズマエッチング装置の内部構造図であって、装置本体1には導電性材料で形成された下部電極2が配設されている。該下部電極2の上面には被処理物としての半導体ウエハ3を吸着保持する静電チャック4が載設されると共に、該下部電極2の下方には矢印A方向に昇降可能な昇降軸5が配設され、下部電極2は該昇降軸5に支持されている。また、昇降軸5は整合器6を介して高周波電源7に接続されている。

【0017】また、前記下部電極5の底面及び側面は電極保護部材8で保護されると共に、該電極保護部材8の側面及び底面は導電性部材9で覆われ、さらに導電性部材9と装置本体1の底面との間にはステンレス等の導電性材料で形成された伸縮自在なペローズ10が着座されている。尚、電極保護部材8の下面には酸化処理されたA1等の導電性材料からなる管状部材11が設けられ、前記昇降軸5は前記管状部材11に貫通されている。

【0018】また、電極保護部材8の側面にはバッフル板12が鍔状に固着され、さらに、電極保護部材8の端面と静電チャック4の側面との間には絶縁リング13が介装されている。また、バッフル板12の下面からは第1のペローズカバー14が垂設され、さらに装置本体1の底面からは第1のペローズカバー14と一部が重なり合うように第2のペローズカバー15が立設されている。

【0019】また、装置本体1の上方には導電性材料で形成された上部電極16が前記下部電極2と対向状に配設されている。該上部電極16には多数のガス吐出孔17が貫設され、装置本体1の上面に設けられたガス供給口18からCF系ガスを含む処理ガスがガス吐出孔17を介して処理室22に供給される。すなわち、ガス供給口18は流量調整弁19及び開閉弁20を介してガス供給源21に接続され、ガス供給源21からの処理ガスが開閉弁20及び流量調整弁19を介してガス供給口18に供給され、処理ガスはガス吐出孔17から吐出されて処理室22に導入される。

【0020】また、装置本体1の底部には排出口23が貫設されると共に、該排出口23は真空ポンプ24に接続され、さらに装置本体1の下方側面には被処理物搬送

口25が貫設され、半導体ウエハ3の搬入・搬出を行う。

【0021】そして、装置本体1の外周には被処理物である半導体ウエハ3に対し磁場が水平となるように永久磁石26が配設されている。

【0022】このように構成されたプラズマエッチング装置においては、不図示の駆動機構により昇降軸5を矢印A方向に移動させて半導体ウエハ3の位置調整を行った後、該昇降軸5は給電棒としての作用をなし、高周波電源7から、例えば、27.12MHzの高周波電力が下部電極2に印加されると、グロー放電が生じて電場と磁場とが直交する直交磁界が形成される。

【0023】そして、処理室22が真空ポンプ24により所定の真空雰囲気に減圧され、ガス供給源21からの処理ガスが処理室22に供給されると、該処理ガスがプラズマ化し、マスキングされている半導体ウエハ3に所望の微細加工が施される。

【0024】しかして、本実施の形態では、絶縁リング13、電極保護部材8、バッフル板12、及び第1及び第2のペローズカバー14、15等、耐プラズマ性能が要求される部材（耐プラズマ性部材）が、 $YF_3$ で形成されている。

【0025】すなわち、耐プラズマ性部材の消耗度合を低減して耐久性向上を図るためにには耐プラズマ性部材から飛散する固体微粒子の発生を抑制する必要があり、そのためには処理ガスであるCF系ガスとの間で化学反応の起こり難い材料を耐プラズマ性部材の部品材料に選定する必要がある。

【0026】そして、このような観点からは、例えば $AlF_3$ 自体を耐プラズマ性部材の部品材料として選定することが考えられる。すなわち、従来より、耐プラズマ性部材としてアルミアルマイトや $Al_2O_3$ 焼結体が使用されていたが、これらアルミアルマイトや $Al_2O_3$ 焼結体とCF系ガスとが反応することにより、 $AlF_3$ が生成される。すなわち、 $AlF_3$ は、CF系ガスとアルミアルマイトや $Al_2O_3$ 焼結体との反応生成物であることから、アルミアルマイトや $Al_2O_3$ 焼結体に比べCF系ガスに対し化学的に安定した物質と考えられ、したがって、 $AlF_3$ 自体を直接耐プラズマ性部材として使用することにより固体微粒子を効果的に低減することができると言えられる。

【0027】しかしながら、本発明者らの実験結果により、 $AlF_3$ は蒸気圧が高く、プラズマエッチング装置の運転条件によっては $AlF_3$ は蒸気圧が処理室の圧力に近付き、その結果 $AlF_3$ が固体微粒子として脱落し、プラズマ雰囲気中を飛散し易くなるということが判明した。

【0028】一方、 $YF_3$ も、 $AlF_3$ と略同様、 $Y_2O_3$ 溶射材を耐プラズマ性部材として使用した場合に $Y_2O_3$ とCF系ガスとの間で生成される反応生成物であり、し

たがって $YF_3$ は $Y_2O_3$ に比べて化学的に安定した材料であるが、 $YF_3$ は $AlF_3$ よりも蒸気圧が低く、したがって処理室内の圧力との圧力差が $AlF_3$ の場合に比べて大きいため、結晶粒子がその表層面から脱落し難く、固体微粒子となってプラズマ雰囲気中を飛散するのを抑

制することができる事が判明した。

【0029】表1は $YF_3$ と $AlF_3$ と室温(20°C)、100°C、200°Cにおける各蒸気圧を示している。

【0030】

【表1】

温度 材料種	室温(20°C)	100°C	200°C
$YF_3$	$1.3 \times 10^{-6}$	$2.1 \times 10^{-5}$	$3.2 \times 10^{-3}$
$AlF_3$	$1.6 \times 10^{-4}$	$9.3 \times 10^{-4}$	$2.0 \times 10^{-2}$

注)単位はバスクル(Pa)

【0031】この表1から明らかなように $AlF_3$ の蒸気圧は $YF_3$ の蒸気圧に比べて高く、運転条件によっては処理室22の圧力(4~5×10<sup>-2</sup>Pa)に近付き、このため $AlF_3$ が表層部から脱落して飛散し易くなる。換言すると、 $YF_3$ の蒸気圧は $AlF_3$ の蒸気圧に比べて低く、処理室22との圧力差が大きいため、 $YF_3$ は $AlF_3$ に比べて固体微粒子の発生が抑制され、その結果固体微粒子のプラズマ雰囲気中での飛散を低減することができる。

【0032】そこで、本実施の形態では、耐プラズマ性部材の部品材料として、 $AlF_3$ に比べて蒸気圧が低く、また $Y_2O_3$ よりも化学的に安定した $YF_3$ を使用することとし、耐プラズマ性部材の消耗を極力回避して耐久性向上を図っている。

【0033】このように本実施の形態では、耐プラズマ性部材を $YF_3$ で形成しているので、固体微粒子の発生を低減させることができ、耐プラズマ性部材の消耗度合をより一層抑制することができ、更なる耐久性向上を図ることができる。

【0034】尚、本発明は上記実施の形態に限定されるものではない。上述した耐プラズマ性部材は、少なくとも表層面が $YF_3$ で形成されればプラズマ雰囲気中での固体微粒子の発生を抑制することができ、所期の目的を達成することができる。したがって、耐プラズマ性部材は、 $Al$ 等の素材表面に $YF_3$ を溶射した $YF_3$ 溶射品でもよく、或いは $YF_3$ の焼結体で形成してもよい。

【0035】また、上記実施の形態では装置本体1の外周に永久磁石26を配設した磁場アシスト方式のプラズマエッチング装置を例に説明したが、他の方式、例えば、永久磁石26を設ける代わりに、上部電極及び下部電極の双方に高周波電力を印加してプラズマを発生させるイオンアシスト方式のプラズマエッチング装置についても同様に適用することができる。はいうまでもない。

【0036】

【実施例】次に、本発明の実施例を具体的に説明する。

【0037】〔第1の実施例〕本発明者らは、 $Y_2Al_5O_{12}$ (イットリウムーアルミニウムーガーネット；以下、「YAG」という)及び焼結助剤としてY(イットリウム)を添加した $Si_3N_4$ 焼結体(以下、単に「 $Si$

$N_4$ 」という)を試験片とし、高周波電力1400W、処理室内の圧力5.3Pa(4.0×10<sup>-2</sup>Torr)の下、 $CF_4$ ガスを処理室に供給して前記試験片にプラズマ照射を行い、プラズマ照射前後の表面組成をX線光電子分光法で測定した。

【0038】表2はYAGのプラズマ照射前後の表面元素の組成比を示し、表3は $Si_3N_4$ のプラズマ照射前後の表面元素の組成比を示している。

【0039】

【表2】

元素名	組成(%)	
	プラズマ照射前	プラズマ照射後
Y	12	20
Al	16	12
F	2	47

【0040】

【表3】

元素名	組成(%)	
	プラズマ照射前	プラズマ照射後
Y	2	8
F	8	46

【0041】表2から明らかなように、プラズマ照射前後において、Al成分は16%から12%に減少しているのに対し、Y成分は12%から20%に増加し、F成分は2%から47%に増加している。

【0042】すなわち、 $AlF_3$ は $YF_3$ に比べて蒸気圧が高く処理室内の圧力との圧力差が小さくなり、その結果表層面の $AlF_3$ が固体微粒子となって飛散し、 $Al$ 成分の減少を招いている。

【0043】これに対し、 $YF_3$ は $AlF_3$ に比べて蒸気圧が低く、処理室内との圧力差も十分にあるため、表層面の $YF_3$ は固体微粒子として飛散することなく残存し、その結果、Y成分及びF成分はプラズマ照射後において増加している。

【0044】また、表3においてもプラズマ照射前後でY成分は2%から8%に増加しており、F成分も8%から46%に増加しており、 $YF_3$ が試験片の表層面から

脱落することなく残存していることが分かる。

【0045】すなわち、 $YF_3$ の蒸気圧と処理室の圧力との間には十分な圧力差があり、 $YF_3$ はプラズマ雰囲気中を固体微粒子となって飛散することなく試験片の表面に残存していることが確認された。

【0046】〔第2の実施例〕本発明者らは、 $YF_3$ 、 $Y_2O_3$ 、及び $SiO_2$ の3種類の各材料について、縦20mm、横20mm、厚さ2mmの試験片を作製し、図2に示すように、該試験片の外周部30をポリイミドフィルム（デュポン社、登録商標「カプトン」）でマスクし、中央部31に縦10mm、横10mmの照射面を設け、下記の放電条件でもってプラズマを照射し、表面粗度計でX軸方向及びY軸方向の削れ量を計測した。

〔放電条件〕

高周波電力：1400W

電源周波数：27.12MHz

処理室の圧力：5.32Pa (40mTorr)

反応ガス種： $CF_4$  / Ar /  $O_2$

運転時間：20時間

表4は測定結果を示し、図3は各種試験片の削れ量の平均値を棒グラフで示している。

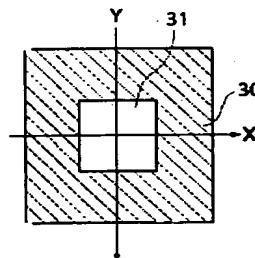
【0047】

【表4】

材料	削れ量(μm)		
	X軸方向	Y軸方向	平均値
実施例	$YF_3$	31	33
比較例	1 $Y_2O_3$	36	32
	2 $SiO_2$	310	302
			306

【0048】この表4及び図3から明らかのように、 $SiO_2$ は耐プラズマ性に劣るため削れ量が大きいのに対し、 $YF_3$ は、耐プラズマ性に優れているとされる $Y_2O_3$

【図2】



と同等以上の耐プラズマ性を有しており、削れ量も少なく耐久性に優れていることが確認された。

【0049】

【発明の効果】以上詳述したように本発明に係るプラズマエッティング装置は、被処理物にドライエッティング処理を施して該被処理物の表面を微細加工するプラズマエッティング装置において、装置本体の内部に配設されている耐プラズマ性部材は、少なくとも表面がフッ化イットリウムで形成されているので、耐プラズマ性部材の表面は処理ガス(CF系ガス)に対して化学的に安定したものとなり、固体微粒子の飛散が抑制され、耐プラズマ性部材の消耗を低減させることができ耐久性向上を図ることができる。

【0050】また、前記耐プラズマ性部材は、素材表面にフッ化イットリウムを溶射して形成することができ、またフッ化イットリウムの焼結体で形成することもでき、いずれの方法で形成しても上記効果を容易に奏することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るプラズマエッティング装置の一実施の形態を示す内部構造図である。

【図2】本発明の実施例の削れ量の測定方法を説明するための図である。

【図3】本発明実施例の削れ量を比較例と共に示した棒グラフである。

【符号の説明】

3 半導体ウエハ (被処理物)

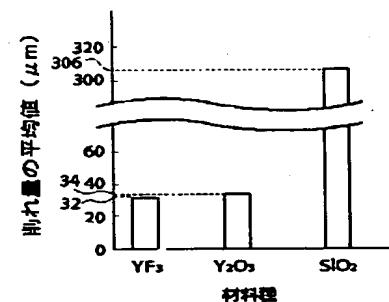
12 バッフル板 (耐プラズマ性部材)

13 絶縁リング (耐プラズマ性部材)

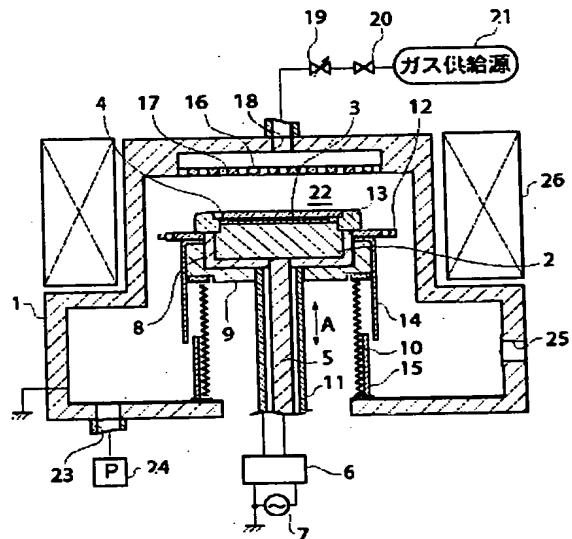
14 第1のペローズカバー (耐プラズマ性部材)

15 第2のペローズカバー (耐プラズマ性部材)

【図3】



【図1】



フロントページの続き

(72)発明者 中山 博之

山梨県韮崎市藤井町北下条2381番地の1

東京エレクトロン山梨株式会社内

Fターム(参考) 4K031 AA08 AB02 AB09 CB50

5F004 AA15 BA04 BB28 BB29 CA05

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2002252209  
PUBLICATION DATE : 06-09-02

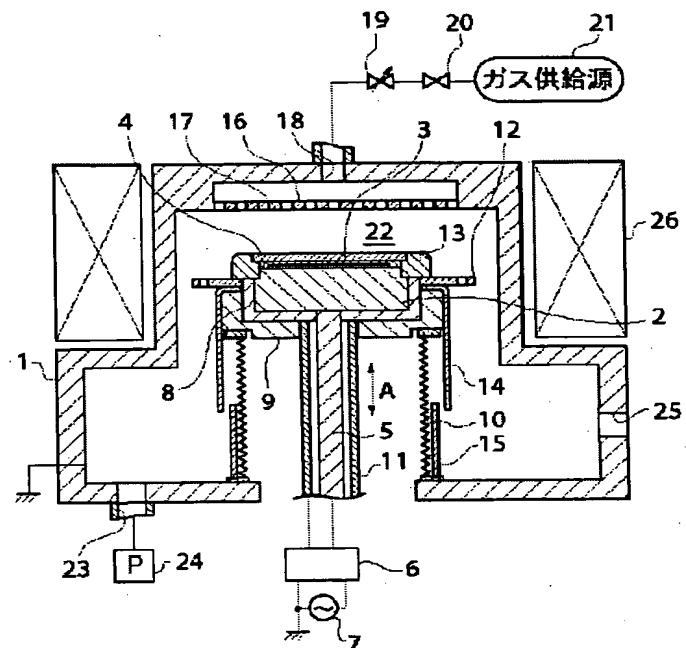
APPLICATION DATE : 22-02-01  
APPLICATION NUMBER : 2001047278

APPLICANT : TOKYO ELECTRON LTD;

INVENTOR : NAKAYAMA HIROYUKI;

INT.CL. : H01L 21/3065 C23C 4/04

TITLE : PLASMA ETCHING APPARATUS



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a plasma etching apparatus equipped with plasma proof members that can further improve the durability.

SOLUTION: Plasma proof members such as a baffle plate 12, an insulating ring 13 and first and second bellows covers 14 and 15 are formed using yttrium fluoride (YF<sub>3</sub>).

COPYRIGHT: (C)2002,JPO